

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-275812

(43) 公開日 平成4年(1992)10月1日

(51) Int.Cl.⁵

B 2 3 B 51/00

識別記号

庁内整理番号

J 8709-3C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-32634

(22) 出願日 平成3年(1991)2月27日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 大森 直也

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 野村 俊雄

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 森 良克

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 内田 明 (外2名)

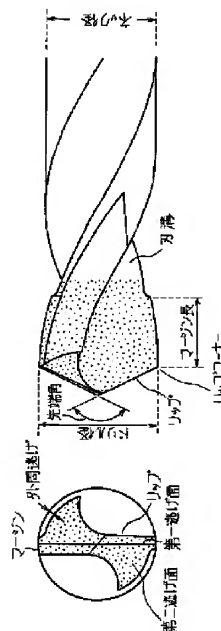
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイヤモンド被覆マイクロドリル

(57) 【要約】

【目的】 ダイヤモンド被覆マイクロドリルの耐摩耗性が高く難削材も効率良く加工できるという長所は保持したままで、切削時の切り粉排出性に影響する部分及び被切削部分の表面面粗さを改良する。

【構成】 硬質材料にて作製されたマイクロドリルの表面にダイヤモンド及び／またはダイヤモンド状カーボンの被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリルにおいて、該マイクロドリルの先端部の限定した部分に上記被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリルである。ドリル先端からマージン長に相当する距離だけを全面被覆する、あるいは切り刃周辺のみを被覆する、更には刃溝部分をその他の部分よりも短い距離（先端から）になるように被覆する。ダイヤモンド被覆部分で高耐摩耗性を確保しつつ、ドリル先端部分に被覆されていない部分を残すことで切り粉排出性と被切削表面の面粗さを改良することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 硬質材料にて作製されたマイクロドリルの表面にダイヤモンド及び／またはダイヤモンド状カーボンの被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリルにおいて、該マイクロドリルの先端部の限定した部分に上記被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリル。

【請求項2】 上記マイクロドリル先端部において刃溝部を除いた部分のみに上記被覆層を形成されてなる請求項1のダイヤモンド被覆マイクロドリル。

【請求項3】 上記マイクロドリル先端から外周部の被覆層末端部までの距離に比べ、該先端から刃溝部の被覆層末端部までの距離が短いことを特徴とする請求項1または2のダイヤモンド被覆マイクロドリル。

【請求項4】 上記硬質材料が超硬合金であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかのダイヤモンド被覆マイクロドリル。

【請求項5】 上記硬質材料が窒化ケイ素を主成分とする焼結体であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のダイヤモンド被覆マイクロドリル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プリント基板の穴明け加工や、Al-Si合金をはじめとする各種合金、セラミック材料などの各種材料の穴明け加工に適したダイヤモンド被覆マイクロドリルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種穴明け加工用に従来から実用化されているマイクロドリルとして、①WC基超硬合金からなるマイクロドリル、②WC基超硬合金製マイクロドリルの表面に、通常のCVD法等の化学蒸着法またはイオンプレーティング法やスパッタリング法等の物理蒸着法により、TiやZr等の炭化物、窒化物及び炭窒化物からなる単層または複層を層厚0.2～20μmで形成した表面被覆WC合金基製マイクロドリル、が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 近年、穴明け加工能率向上への要求が高まっているが、現状のマイクロドリルでは耐摩耗性が不足して対応し切れない点が問題となっている。この理由の1は、同時穴明け枚数（重ね枚数）が増加すると共に、高速化されつつあり、特に直径1～3mmの穴明けでは切削速度が250～300mであるため、前記した①、②のドリルではどうしても耐摩耗性が不足することにある。特に、②のドリルではTiC自身の耐摩耗性不足と母材の密着強度不足による剥離が生じるために、TiC等のコーティング効果が発揮できない点も挙げられる。また、別の理由として被削材の難削化が挙げられる。すなわち、近年、プリント基板の材質も、高密度化、多層化、耐熱化とともに、銅、ガラス織

維の含有量も増加し、難削化していることである。

【0004】 耐摩耗性向上のために表面にダイヤモンド又はダイヤモンド状カーボンを被覆したマイクロドリルも検討されている。このときのダイヤモンドを被覆する一般的な方法として、マイクロ波プラズマCVD法、RFプラズマCVD法、FA-CVD法、誘磁場マイクロ波CVD法、RF熱プラズマCVD法、熱フィラメントCVD法、DCプラズマCVD法、DCプラズマジェット法などが知られている。ダイヤモンド状カーボンの被覆法としては、RFプラズマCVD法、イオンビーム蒸着法、イオンビームスパッタ法、スパッタ法、DCプラズマCVD法、イオンプレーティング法等がある。ダイヤモンド被覆マイクロドリルは被覆膜の耐剥離性、耐摩耗性が抜群に向上しているため、上記した耐摩耗性不足や被削材の難削化の問題は容易に解決できる。

【0005】 ところで、穴明け加工における、ドリル、特にマイクロドリルに対する要求特性としては、（1）加工品質が良好なこと。すなわち穴内の面粗さが良好であり、出入口のバリが発生しないこと、（2）ドリルが折れないこと（高靱性）、（3）加工穴の曲がり防止、（4）長寿命、等が挙げられる。

【0006】 これらの中で、特に穴明け加工品質、バリ及び曲がり防止などの諸性能は、切り粉排出性と大きな関係があることが知られている。特に、プリント基板の穴明け加工においては、切り粉排出性が良くないと、穴内壁の面粗さ、又は導通部の接続不良（エポキシミズ）を招く結果にもなる。これらは、プリント基板の品質、信頼性を損なう現象であり、充分な配慮が必要となる。切削時における切り粉排出性には、マイクロドリルの刃溝部の面粗度が大きな影響を及ぼす。現在広く実用されているマイクロドリルは、切り粉排出性を良好にするため、刃溝部を含めた表面粗度を0.3s以下にしているのが一般的である。

【0007】 しかし、従来のダイヤモンド被覆ドリル、マイクロドリル表面には、耐摩耗性には極めて優れるダイヤモンド被覆が存在するが、その表面粗さは一般に1s以上であり、通常用いられる超硬合金マイクロドリルや表面被覆超硬合金基マイクロドリルに比べると、切り粉排出性の点で劣っている。また、ダイヤモンド被覆の硬度の高さの故に、鏡面処理等の平坦化処理を工業的に行なう点で困難がある。本発明はダイヤモンド被覆マイクロドリルの高耐摩耗性、難削材加工性という特長は保持したままで、しかも切削時の切り粉排出性が良好で、被切削部分の表面面粗さも良好にできるダイヤモンド被覆マイクロドリルを提供することを課題とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決する本発明は、硬質材料にて作製されたマイクロドリルの表面にダイヤモンド及び／またはダイヤモンド状カーボンの

3

被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリルにおいて、該マイクロドリルの先端部の限定した部分に上記被覆層を形成されてなることを特徴とするものである。本発明の特に好ましい実施態様としては、上記マイクロドリル先端部において刃溝部を除いた部分のみに上記被覆層を形成されてなるダイヤモンド被覆マイクロドリルを挙げることができる。また、本発明の特に好ましい他の実施態様として、上記マイクロドリル先端から外周部の被覆層末端部までの距離に比べ、該先端から刃溝部の被覆層末端部までの距離が短いことを特徴とするダイヤモンド被覆マイクロドリルが挙げられる。本発明の上記硬質材料としては、超硬合金又は窒化ケイ素を主成分とする焼結体を挙げることができる。

【0009】

【作用】本発明において、ダイヤモンド及び／またはダイヤモンド状カーボンを被覆するマイクロドリルの基材としては、高融点金属、超硬合金、窒化ケイ素、窒化炭素、その他のセラミック、繊維強化プラスチック等が挙げられる。特に、強度、靱性共に高いものが好ましく、この目的のためには超硬合金が好ましい。また、ダイヤモンドと同じ熱膨張係数を有する窒化ケイ素を主成分とする焼結体も、被覆したダイヤモンド膜中に熱残留応力が発生しないため望ましい。

【0010】該超硬合金としてはこの種の技術分野で公知のものを使用できるが、ドリルの強度を確保するためには微粒のWC粒で構成されている超硬合金が好ましい。超硬合金を基材としてダイヤモンドを被覆する際、Co上にはグラファイトが優先的に生成するため、Co量の少ない、一般にはCo量6重量%以下の超硬合金を用いるのが望ましい。

【0011】また、該基材が窒化ケイ素を主成分とする焼結体の場合、窒化ケイ素が難焼結性であるため、例えばMgO、Y₂O₃、Al₂O₃、AlN、ZrO₂、HfO₂、TiC、TiN、B₄C、BN及びTiB₂などの焼結助剤を少なくとも1種、それぞれ0.01～30重量%、合計で50重量%以下添加することが好ましい。

【0012】その他、Al₂O₃、炭化ケイ素、またこれらのウイスカー強化セラミックを基材として用いた場合も、良好な密着強度及び靱性を示すものが得られる。

【0013】本発明において、上記したような硬質材料を基材とするマイクロドリルの表面にダイヤモンド又はダイヤモンド状カーボンを被覆する方法は、この種の分野で公知の技術、例えば従来技術として前記した公知の方法を用いることができる。なお、本発明のダイヤモンド状カーボンとはダイヤモンドに似た物理特性を持つ硬質炭素のことであり、一般には不定型炭素、アモルファスカarbonなどと称されている。

【0014】また、ドリルの先端部分の限定された領域だけをダイヤモンド及び／又はダイヤモンド状カーボン

4

で被覆するためには、被覆しない部分にW、Mo等の金属またはSi、石英などを用いてマスクしておく。ダイヤモンド被覆層を形成する際に被覆初期のダイヤモンド核発生密度を高めるのに効果がある、とされている前処理として、ダイヤモンド砥粒による傷付け処理が知られているが、このような前処理もダイヤモンド被覆しない部分には行わないでよく。なお、このようにマスクした場合でも、被覆層が周り込むことがあるが、この周り込み被覆層はマスクの存在により温度が十分に上がらず、且つダイヤモンド砥粒による傷付け処理も行っていないため、ダイヤモンドの核発生が起きず、基材との密着強度の低いダイヤモンド状カーボンが薄くできるにすぎない。このため、回り込み被覆層はブラシ等により容易に除去することができる。そして、回り込み被覆層付きのもの、これを除去したものとの間に性能差は認められない。この理由は、切削初期において、切り粉のために周り込み被覆層が剥離、除去されるためである。

【0015】本発明のダイヤモンド被覆マイクロドリルの特徴は、マイクロドリル先端部のみにダイヤモンドコーティングを施した点にある。これにより、マイクロドリル全体にコーティングを施した場合に比べて、切り粉排出性の点で影響の大きい刃溝部へのコーティング面積が大幅に減少したため、良好な切り粉排出性が得られる。図1に示すものは本発明の一具体例であり、ドリル先端からマージン長に相当する距離までドリル先端部分全面、つまりマージン部、リップ部、第一逃げ面、第二逃げ面、刃溝全てに被覆したものである。

【0016】また、本発明においては、図1のようにドリル先端から限定された距離にある部分の全面ではなく、これらの部分のさらに特定の部分に被覆することでも、種々の効果を得ることができる。例えば図2は、ドリル全体へのコーティングを行なうのではなく切り刃近傍のみにコーティングを施した本発明の別の具体例を示す。切削における耐摩耗性にとって重要なリップ部、及びマージン部の周辺にのみコーティングを施し切り刃部の耐摩耗性を向上させる一方、その他の部分は被覆しないことで逆に被切削部分の表面面粗さ悪化、特に切り粉排出性の点で影響の大きい刃溝部の面粗さ低下を防止している。これにより、より良好な切り粉排出性を示し、これにより被切削部分の表面粗さは飛躍的に向上した。

【0017】また、本発明のダイヤモンド被覆マイクロドリルは、ダイヤモンド被覆部分において、基材露出部分にくらべて極めて高い耐摩耗性を示す。そこで、良好な切り粉排出性、被切削部分の表面面粗さを保ちつつ、長寿命化を図る手段として、刃溝部についても、ダイヤモンド被覆層を形成することを試みた。多くの試験の結果、図3及び図4に示すようにドリル先端から外周部被覆端までの距離Bと、ドリル先端から刃溝部の被覆端までの距離A又はA'を比べて、後者の方が短い場合、つまりB>A又はB>A'の場合に、良好な切り粉排出性

と、被切削部分の面粗度を維持でき、且つ寿命が長くなることが分かった。(図3及び図4)

【0018】これらの本発明のダイヤモンド被覆マイクロドリルは、優れた耐摩耗性が確保されると同時に、切り粉の排出経路となる刃溝部面粗さの悪化もなく、スムーズな切り粉排出が行われるため、安定した穴品質を確保することができる。なお、本発明にいうマイクロドリルは、前述したような用途に用いられるものであるが、通常のドリルと相違する点は、特に細い径である点で、直径5mm以下が通常のサイズであるが、最もよく使用されるものは3mm以下のものである。本発明は、マイクロドリルだけではなく、通常の5mm以上のドリルや小径から大径までのエンドミル等に適用した場合も、同様の効果を得ることが予想される。さらに、本発明の被削材としてはプリント基板を主体として行ったが、Al-ケイ素をはじめとする各種軽合金、Cu、グラファイト

*ト部品など多くの切削においても全く同様の効果が得られる。被覆層の層厚については、被覆層の層厚が0.1μm以下の場合、効果が現れないため、0.1μm以上とした。また200μmを越える膜厚を設けることはコーティング工具としては不必要かつ不経済である。

【0019】

【実施例】実施例1及び比較例1

以下に、本発明マイクロドリルの実施例を示す。まず、母材となるマイクロドリルとして、超合金製マイクロドリル(組成:WC-1.5重量%TaC-五重量%Cr)で、直径が2mmのものを準備した。これらのマイクロドリルに、ダイヤモンド被覆層を形成することが必要部分に、一般に行われている傷つけ処理として、#1000のダイヤモンドペーストにより傷付けを行ない、被覆不要部にはMo板によるマスクを施した。次いで、公知の熱フィラメントCVD法を用いて、

反応管容器 : 直径200mmの石英管
 フィラメント材質 : 金属W
 フィラメント : 2200℃
 フィラメント-マイクロドリル先端間距離 : 10.0mm
 全圧 : 100 Torr
 雰囲気ガス : H₂-1.5%CH₄ ガス
 時間 : 2~50時間

の条件にて、3~20μmのダイヤモンド被覆層を種々の部分に形成し、本発明マイクロドリル(実施例1-1~1-7)を作成した。また、比較のため、ダイヤモンド被覆を全長に施した被覆マイクロドリル(比較例1-※

1)及び被覆を施さなかったマイクロドリル(比較例1-2)も準備した。これらを合わせて表1に示した。

【表1】表1

例	コーティング箇所	膜厚
実 施 例	1-1 図1(先端部マージン長まで全面)	3μm
	1-2 切れ刃正面、逃げ面	20
	1-3 マージン部のみ	12
	1-4 先端部、刃溝のみ	10
	1-5 図2(切り刃周辺のみ)	8
	1-6 図3 B/A=2	10
	1-7 図4 A'=0.2~0.3mm	12
比 較 例	1-1 ドリル刃長全体	10
	1-2 コーティングなし	0

【0020】これらのマイクロドリルについて、以下の条件の切削試験を行った。

被削材 : ガラエボ材 4層板×3枚重ね
 回転数 : 5000rpm

送り速度 : 2500mm/min

結果を表2に示すが、使用寿命基準判定は次の通りとした。一定穴明け数内において、ドリル先端部、リップコーナー部の摩耗が原因である切削面の粗れ、スミア（導*

*通不良）発生、の両方の穴品質低下を調べ、良否判定を行った。○は性能良好を表し、×は性能不良を表す。同時に、加工時の加工穴への切り粉残留状態を確認した。
【表2】表2

		穴明け加工数 (Hit回数)					加工穴への 切り粉残留状態
		1000	3000	5000	7000	10000	
実 施 例	1-1	○	○	×	×	×	無 し
	1-2	○	○	○	×	×	無 し
	1-3	○	×	×	×	×	無 し
	1-4	×	×	×	×	×	無 し
	1-5	○	○	○	○	×	無 し
	1-6	○	○	○	○	○	無 し
	1-7	○	○	○	○	○	無 し
比 較 例	1-1	×	×	×	×	×	有 り
	1-2	×	×	×	×	×	無 し

【0021】実施例2

母材となるマイクロドリルとして、窒化ケイ素セラミックス製マイクロドリル（組成：Si₃N₄ - 4重量% Al₂O₃ - 4重量% Y₂O₃ - 3重量% ZrO₂）で、直径が2.5mmのものを準備した。これらのマイクロド※

※リルのダイヤモンド被覆形成部分に、一般に行われている傷付け処理として#1000のダイヤモンドペーストによる傷付けを行ない、また被覆不要部分にはMo板によるマスクを施した後、公知の熱フィラメントCVD法を用いて、

反応容器 : 直径200mmの石英管
フィラメント材質 : 金属W
フィラメント : 2400℃
フィラメント-マイクロドリル先端間距離 : 10.0mm
全圧 : 100 Torr
雰囲気ガス : H₂ - 1.5% CH₄ ガス
時間 : 0.5~100時間

の条件にて、3~100μmのダイヤモンド被覆層を種々の部分に形成し、本発明マイクロドリル（実施例2-1~2-7）を作成した。また、比較のため、ダイヤモンド被覆を全長に施した被覆マイクロドリル（比較例2

40-1）及び被覆を施さなかったマイクロドリル（比較例2-2）も準備した。これらを合わせて表3に示した。
【表3】表3

例	コーティング箇所	膜厚
2-1	図1（先端部マージン長まで全面）	15μm
実 2-2	切れ刃正面、逃げ面	22

施 例	2-3	マージン部のみ	35
	2-4	先端部、刃溝のみ	18
	2-5	図2（切り刃周辺のみ）	15
	2-6	図3 B/A=3	20
比 較 例	2-7	図4 A'=0.3~0.4mm	100
	2-1	ドリル刃長全体	20
	2-2	コーティングなし	0

【0022】これらのマイクロドリルについて、以下の条件の切削試験を行った。

被削材 : Al-Si合金(17%Si)

回転数 : 7000rpm

送り速度 : 3000mm/min

結果を表4に示すが、使用寿命基準判定は次の通りとし*

*た。一定穴明け数内において、ドリル先端部、リップコーナー部の摩耗が原因となる切削面の粗れ、バリ発生両方の穴品質低下により良否判定を行った。同時に、加工時の加工穴への切り粉残留状態確認結果を表4に示す。

○は性能良好、×は性能不良を表す。

【表4】表4

		穴明け加工数(Hit回数)					加工穴への 切り粉残留状態
		1000	3000	5000	7000	10000	
実 施 例	2-1	○	○	×	×	×	無 し
	2-2	○	○	○	×	×	無 し
	2-3	○	○	×	×	×	無 し
	2-4	○	×	×	×	×	無 し
	2-5	○	○	○	○	×	無 し
	2-6	○	○	○	○	○	無 し
	2-7	○	○	○	○	○	無 し
比 較 例	2-1	×	×	×	×	×	有 り
	2-2	×	×	×	×	×	無 し

表2、表4に示される結果から、本発明ダイヤモンド被覆マイクロドリルは、比較例1、2の従来品ドリルと比べて優れた耐磨耗性を有し、且つ良好な切り粉排出性を有することが明らかである。

【0023】ここまでは被覆層としてダイヤモンドを被覆する例を挙げて本発明を説明したが、ダイヤモンド状

カーボンを被覆する場合も全く同様の効果が得られた。またこれらの被覆層がホウ素、窒素などの他元素を含んだ場合にもまったく同様の効果が得られることが充分に予想できる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のマイクロ

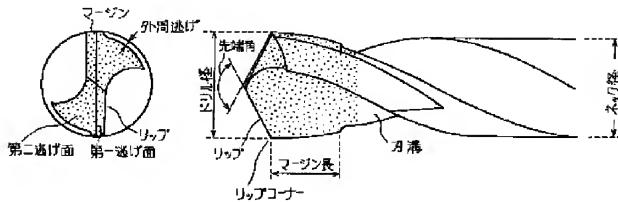
11

ドリル先端の特定部分にのみダイヤモンド被覆を施した被覆マイクロドリルは、ダイヤモンド被覆ドリルの有する耐磨耗性、難削材加工性を保持するに加え、更に良好な切り粉排出性、穴明け加工性を有する非常に優れたマイクロドリルであり、特に細径ドリルを用いて難削材を高速切削する分野、例えばプリント基板穴明け加工、高S1含有Al合金等の穴明け加工、繊維強化プラスチック又は金属の加工等に用いて有利である。

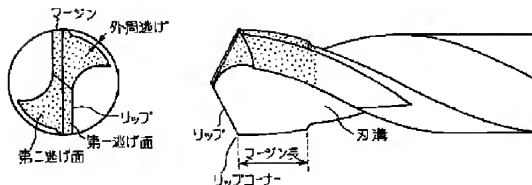
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一具体例において、ドリル先端からマージン長に相当する距離までの限定された部分を全面ダイヤモンド被覆した状態を示す説明図。

【図1】



【図2】



12

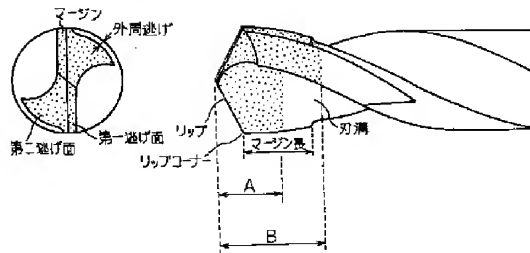
【図2】本発明の一具体例において、切り刃近傍のみをダイヤモンド被覆した状態を示す説明図。

【図3】本発明の一具体例において、先端から刃溝部分被覆端までの距離Aと、その他の部分の被覆端までの距離Bが、 $B > A$ であるようにダイヤモンド被覆した状態を示す説明図。

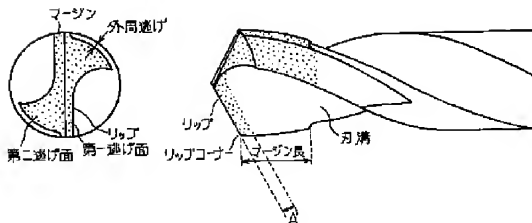
【図4】本発明の一具体例において、先端から刃溝部分被覆端までの距離A'と、その他の部分の被覆端までの距離Bが、 $B > A'$ であるようにダイヤモンド被覆した状態を示す説明図。

【図5】一般的なマイクロドリルの説明図。

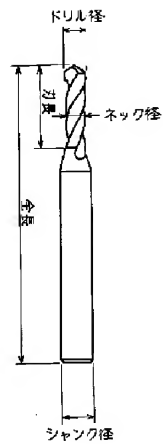
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 辰郎
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内

PAT-NO: JP404275812A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04275812 A
TITLE: DIAMOND COATED MICRO DRILL
PUBN-DATE: October 1, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OMORI, NAOYA	
NOMURA, TOSHIO	
MORI, YOSHIKATSU	
FUKUDA, TATSURO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	N/A

APPL-NO: JP03032634
APPL-DATE: February 27, 1991

INT-CL (IPC): B23B051/00

US-CL-CURRENT: 451/307

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the surface roughness of a portion which has an effect upon the chip discharging efficiency at the time of cutting and a cut portion while keeping the advantages that a diamond coated micro drill has high wear

resistance and can machine a material difficult to be cut with good efficiency.

CONSTITUTION: In a diamond coated micro drill made by forming a diamond and/or diamond-like carbon coating layer on the surface of a micro drill manufactured by a hard material, the above coating layer is formed on the limited portion of the forward end portion of the micro drill. The whole surface of only a distance corresponding to the margin length from the forward end of the drill is coated, only the periphery of the cutting edge is coated, or a chip pocket portion is coated in such a manner as to be shorter than the other portion. While the high wear resistance can be ensured by the diamond coated portion, an uncoated portion is left in the forward end portion of the drill, so that the chip discharging efficiency and the surface roughness of a cut surface can be improved.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio